

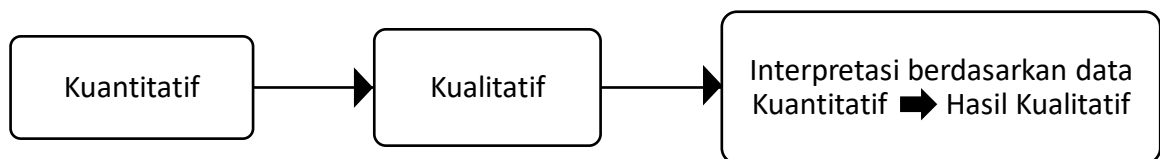
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran pemahaman dan representasi partisipan (guru dan siswa) pada penelitian ini setelah melalui proses pelatihan dan pembelajaran. Selain itu juga penelitian ini menganalisis pola perubahan atau perubahan seperti apa yang dihasilkan dari proses perlakuan yang diberikan. Oleh karena itu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mix method* dengan menggunakan desain eksplanatori. Melalui metode dan desain kombinasi antara kuantitatif dan kualitatif ini dapat memberikan penjelasan yang lebih mendalam karena tujuan dari desain ini adalah agar data kuantitatif dapat membantu menjelaskan atau memberikan dasar bagi data kualitatif (Creswell & Plano Clark, 2007).

Data kuantitatif dalam penelitian ini didapatkan dari hasil tes siswa untuk mengetahui pemahaman partisipan secara umum pada konsep konduksi dan konveksi, sedangkan data kualitatif didapatkan dari hasil gambar atau representasi visual yang dihasilkan partisipan dalam tes diagnostik yang diberikan dan hasil wawancara yang dilakukan. Pengumpulan kedua data bertujuan untuk menghasilkan penjelasan yang lebih detail mengenai apa yang sebenarnya yang ada dalam pemikiran partisipan tentang konsep yang sedang dipelajari baik sebelum dan sesudah proses pelakuan yang diberikan. Desain dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Penelitian *Mix Method Explanatory*

Awalnya data kuantitatif yang didapatkan adalah untuk memberikan gambaran secara umum mengenai pemahaman partisipan yang nantinya akan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori. Kemudian setelah itu dilakukan analisis pada representasi partisipan pada level makroskopik dan sub-mikroskopik secara verbal dan visual. Level makroskopik ini digunakan untuk mengetahui pemahaman yang dapat diindra atau pemahaman umum yang diketahui oleh kebanyakan orang. Berikutnya pada level sub-mikroskopik verbal dilakukan untuk mengetahui konsepsi mereka mengenai konsep yang dibahas. Gambar/representasi visual yang diberikan oleh partisipan merupakan bukti yang paling menggambarkan secara jelas dan kuat untuk mengetahui pemahaman serta representasi mereka. Level sub-mikroskopik ini juga diklasifikasi kemudian dianalisis dan disesuaikan dengan apa yang mereka gambarkan mengenai konsep tersebut. Hasil dari visualisasi/gambaran ini juga akan merepresentasikan apa yang mereka pelajari dalam proses pembelajaran yang telah diberikan.

### **3.2 Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini adalah seluruh guru dan siswa kelas V yang berada pada sekolah X. Guru yang menjadi subjek penelitian berjumlah 5 orang dengan latar belakang pendidikan terakhir Sarjana (S1) baik dari yang berasal dari Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD), dari Pendidikan bidang studi matematika dan kimia, serta dari pertanian. Tabel 3.1 akan memperlihatkan inisial, keminatan saat SMA, pendidikan terakhir, lama mengajar, keterangan sudah tersertifikasi atau belum dan pelajaran yang diampu.

Tabel 3.1 Data Guru Kelas V

No	Inisial	Keminatan saat SMA	Pendidikan Terakhir	Lama Mengajar	Sertifikasi	Status Guru	Pelajaran yang diampu
1.	ES	IPA	Produksi Ternak	13 Tahun	Sudah	Guru Kelas 5	Seluruh mata pelajaran kecuali Agama dan Bahasa Inggris
2.	RY	Non-IPA	PGMI	0,5 Tahun	Belum	Guru Kelas 5	
3.	YM	IPA	Pendidikan Kimia	4 Tahun	Belum	Guru Kelas 5	
4.	SM	IPA	Pendidikan Matematika	1 Tahun	Belum	Guru Kelas 5	
5.	RS	Non-IPA	PGSD	0,5 Tahun	Belum	Guru Kelas 5	

Tabel 3.1 menunjukan bahwa secara pendidikan tentu mereka sudah memiliki pengalaman belajar sains selama 12 tahun (selama sekolah mulai dari SD - SMA) dan ditambah dengan beberapa tahun bagi yang berasal dari jurusan yang berkaitan dengan sains. Berdasarkan hal ini maka kita dapat berhipotesis bahwa guru-guru tersebut memiliki pemahaman yang jauh lebih baik dibandingkan dengan siswa SD. Subjek penelitian berikutnya adalah seluruh siswa SD kelas V yang berjumlah 69 orang siswa dengan rata-rata jumlah siswa per satu kelas sebanyak 13 s/d 15 siswa.

### 3.3 Definisi Operasional

Pada penelitian ini akan terdapat beberapa istilah yang terdapat pada rumusan masalah dan untuk membatasi hal tersebut maka diperlukan definisi operasional untuk menghindari terjadinya kesalahpahaman dalam menginterpretasikan terhadap hasil penelitian ini.

#### 3.3.1 Pembelajaran Model CTS

Pembelajaran CTS adalah proses pembelajaran yang terjadi secara bersiklus dari mulai pendahuluan/perkenalan, Eksplorasi pengetahuan awal siswa, Restrukturisasi konsepsi siswa, Aplikasi ide baru yang telah dikonstruksi, serta memeriksa ide-ide baru kemudian kembali lagi ke pendahuluan dan begitu seterusnya.

#### 3.3.2 Representasi

Representasi dalam penelitian ini merupakan penyajian konsep baik oleh guru maupun siswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan mengenai konsep perpindahan

panas konduksi dan konveksi. Representasi tersebut dimulai dengan level makroskopik dan sub-mikroskopik baik secara verbal maupun visual. Hasil representasi dari partisipan tersebut akan dikategorisasi terlebih dahulu kemudian dibandingkan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada guru dan siswa tersebut. Instrumen yang digunakan untuk menjaring data pada penelitian ini adalah tes diagnostik dikembangkan oleh peneliti guna mendapatkan gambaran yang mendalam mengenai pemahaman dan representasi partisipan penelitian. Tes diagnostik ini disebut dengan tes lima tahap yang disesuaikan dengan dua level representasi yaitu makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual) serta tingkat keyakinan yang dimiliki oleh partisipan setelah memberikan jawaban tersebut. Urutan dari pertanyaan dari tes diagnostik ini adalah pertama representasi level makroskopik; kedua tingkat keyakinan; ketiga representasi level sub-mikroskopik; keempat keyakinan; dan kelima adalah representasi visual pada level sub-mikroskopik dari fenomena yang terjadi. Klasifikasi dari tes diagnostik ini awalnya diamati secara umum dengan kategori sebagai berikut *SC: Scientific Conception; ASC: Almost Scientific Conception; LC: Lack of Confidence; LK: Lack of Knowledge; MSC: Misconception; HNC: Have No Conception*. Representasi visual yang diberikan responden akan dimasukkan ke dalam kategori sebagai berikut 1) *Scientific Drawing*; 2) *Partial Drawing*; 3) *Undefined Drawing*; 4) *Misconception Drawing*; 5) *Non-Microscopic Drawing*; dan 6) *No Drawing*.

### **3.3.3 Perubahan Konsepsi**

Perubahan konsepsi dalam penelitian ini merupakan perubahan cara berpikir siswa pada konsep perpindahan panas sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Perubahan konsepsi pada penelitian ini bukan hanya dilihat dari konsepsi siswa secara verbal saja melainkan juga disertai dengan perubahan representasi visual siswa juga. Cara melihat pola perubahan konsepsi dan representasi visual siswa adalah dengan membandingkan kategori pemahaman dan visualisasi mereka sebelum pembelajaran dengan sesudah pembelajaran. level perubahan siswa baik pada konsepsi dan visualisasi dibagi menjadi lima level perubahan yaitu 1) *Construction*; 2) *Revision*; 3) *Complementation*; 4) *Static*; dan 5) *Disorientation*.

### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu asesmen representasi atau instrumen tes untuk mengetahui pemahaman pada dua level representasi yang dikembangkan oleh peneliti dan dinamakan dengan tes lima tahap kemudian dibuat juga instrumen *Conceptual Change Text* (CCT) untuk membantu guru dalam proses pelatihan untuk menghasilkan proses pembelajaran yang optimal.

#### 3.4.1 Pengembangan Asesmen Representasi

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan instrumen yang dikembangkan oleh peneliti guna mendapatkan informasi yang akurat berkaitan dengan pemahaman pada dua level representasi baik secara verbal dan visual. Pengembangan tes lima tahap ini dimulai dengan memberikan pertanyaan terkait dengan penelitian yang bersifat pertanyaan terbuka pada guru yang mengajar di SD. Awalnya tes lima tahap ini tidak berupa pilihan ganda pada tahap satu dan tiga untuk mendapatkan jawaban yang sesuai dengan pemahaman yang dimiliki oleh guru yang kemudian dimodifikasi oleh peneliti agar lebih mudah dipahami ketika dicobakan pada siswa.

Kemudian setelah mendapatkan bentuk tes diagnostik yang sudah sesuai tes lima tahap ini pun diujicobakan terlebih dahulu pada guru dan siswa yang berada pada tempat penelitian untuk melihat pemahaman dan representasi yang dimilikinya. Awalnya tes ini terdiri dari dua tipe dengan konsep dan aplikasi soal yang serupa hanya berbeda fenomena yang dihadirkan. Namun, setelah proses uji coba dan masukan dari pembimbing maka untuk tahap penelitian tipe soal yang dilakukan hanya satu disesuaikan dengan proses praktikum yang dilakukan dalam proses pembelajaran. Kemudian martikulasi soal pemahaman dua level representasi pada konsep perpindahan panas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Penyebaran Soal Pemahaman pada Dua Level Representasi

Sub Konsep	Pemahaman Representasi			Jumlah	
	Makroskopik	Sub-Mikroskopik			Keyakinan
		Verbal	Visual		
Konduksi Panas	1,6	3,8	5,10	2,4,7,9	10
Konveksi Panas	11,16	13,18	15,20	12,14,17,19	10
Jumlah Total	4	4	4	8	20

Setelah dilakukan proses uji coba berikutnya dilakukan analisis mengenai validitas butir soal penelitian karena validitas merupakan merupakan tingkat keabsahan atau ketepatan suatu tes, tes yang valid adalah tes yang benar-benar mengukur apa yang hendak diukur. Jadi, dapat dikatakan bahwa analisis validitas tes merupakan analisis yang dilakukan untuk menunjukkan tingkat ketepatan suatu instrumen tes dalam mengukur sasaran yang hendak diukur (Sugiono, 2010). Validitas yang dilakukan pada penelitian terdiri dari dua jenis yaitu validasi yang dilakukan oleh ahli (*Judgment experts*) dan validasi dengan menggunakan uji statistik. Validasi yang berdasarkan ahli dilakukan setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selajutnya dikonsultasikan dengan ahli. Para ahli dimintai pendapatnya tentang instrumen yang telah disusun. Mereka yang akan memberi keputusan tentang instrumen yaitu: instrumen digunakan tanpa ada perbaikan, ada perbaikan, dan dirombak total (Sugiono, 2010). Jumlah *penjudgment* pada penelitian ini terdiri dari 2 orang dosen dan 3 orang guru (Lampiran 1). Hasil dari validasi tersebut bahwa instrumen yang dibuat merupakan instrumen yang valid dan dapat digunakan dalam penelitian.

Hasil uji statisik berdasarkan hasil ujicoba dilakukan bukan hanya pada validitas soal saja melainkan dilihat juga bagaimana realibilitas/keajegan soal tersebut ketika dilakukan atau diuji berkali-kali (Sugiono, 2009). Untuk validitas soal pada penelitian ini dilakukan tidak pada tiap butir tes yang ada namun berdasarkan pada satu paket tes lima tahap mulai pada tahap 1 sampai dengan tahap 5 yang terdiri dari 4 paket tes yaitu

1) konsep konduksi; 2) fenomena keseharian konsep konduksi; 3) konsep konveksi; dan 4) fenomena keseharian konsep konveksi. Pengujian ini menggunakan korelasi produk momen pada seluruh instrumen yang digunakan. Sedangkan untuk mengetahui reliabilitas instrumen digunakan perhitungan *Conbach's Alpha*.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan uji statistik didapatkan bahwa nilai tiap paket soal dalam tes lima tahap pada penelitian berada pada kategori sedang dan tinggi yang berarti bahwa instrumen penelitian ini dapat digunakan karena valid dan reliabel. Kemudian untuk nilai reliabilitasnya pun sama berada pada kategori sedang juga. Hasil perhitungan nilai validitas dan reliabilitas serta kategorinya secara lebih detail dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan dan Kategori Validitas dan Reliabilitas Soal

Item	Nilai Validitas	Kategori	Nilai Reliabilitas	Kategori
Konsep Konduksi	0,534	Sedang	0,652	Tinggi
Fenomena Keseharian Konsep Konduksi	0,595	Sedang		
Konsep Konveksi	0,590	Sedang		
Fenomena Keseharian Konsep Konveksi	0,622	Tinggi		

### 3.4.2 Format dan Keputusan Kategori Pemahaman Pada Tes Lima Tahap

Setelah melalui proses perbaikan dan masukkan dari pembimbing dan para validator mengenai format dan keputusan kategori pada tes lima tahap ini maka tahapan dari tes tersebut dapat disajikan sebagai berikut: 1) pertanyaan utama (representasi level makroskopik); 2) tingkat keyakinan; 3) alasan dari jawaban yang diberikan (representasi level sub-mikroskopik); 4) tingkat keyakinan; 5) representasi visual pada level sub-mikroskopik. Tabel 3.4 akan diperlihatkan mengenai contoh format tes lima tahap tersebut (lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 2)

Tabel 3.4 Contoh Format Tes Lima Tahap

**Penyataan:**

Penyataan utama mengenai konsep konduksi panas  
Cuaca hari ini sangat dingin untuk menghangatkan badan Pak Asep ingin meminum teh manis panas. Saat itu juga pak Asep menuangkan teh yang baru didihkannya pada gelas, kemudian memasukan beberapa sendok gula dan mengaduknya dengan menggunakan sendok logam.

**Pertanyaan dan pilihan jawaban (tahap 1):**

Apakah yang akan terjadi pada ujung sendok yang dipegang oleh pak Asep dan mengapa itu bisa terjadi?

- A. Ujung sendok logam tersebut akan terasa panas karena logam merupakan konduktor panas.
- B. Ujung sendok logam tersebut akan terasa panas karena logam merupakan isolator panas.
- C. Ujung sendok logam tersebut tidak mengalami perubahan karena logam merupakan konduktor
- D. ....

**Tingkat keyakinan pada jawaban tahap 1 (tahap 2)**

Apakah kamu yakin dengan jawabanmu?

- ☐ Yakin
- ☐ Tidak yakin

**Alasan (tahap 3)**

Mengapa hal itu bisa terjadi pada peristiwa tersebut?

- A. Partikel (bagian-bagian penyusun) sendok logam yang dekat dengan sumber panas akan membesar dan menyebabkan terjadinya sentuhan panas dengan partikel lain disekitarnya sehingga menyebabkan penghantaran panas.
- B. Partikel sendok logam yang dekat dengan sumber panas akan berubah wujud menjadi lebih padat dan panas yang menyebabkan terjadinya penghantaran panas pada seluruh sendok logam.
- C. Partikel penyusun sendok logam yang dekat dengan sumber panas akan mengalami getaran yang kuat sehingga menabrak partikel lain disekitarnya dan peristiwa ini diteruskan ke seluruh partikel sendok sehingga terjadi penghantaran panas.
- D. ....

**Tingkat keyakinan pada jawaban tahap 3 (tahap 4)**

Apakah kamu yakin dengan jawabanmu?

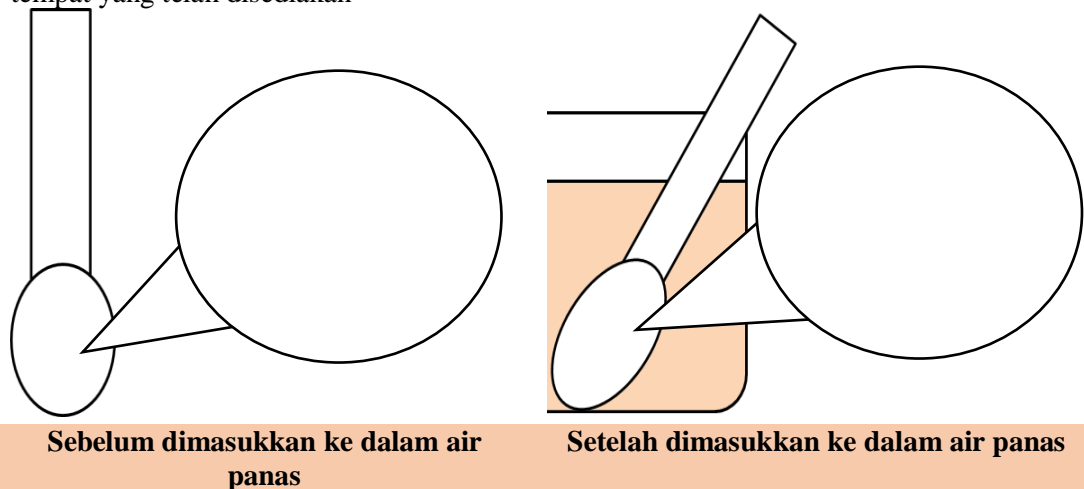
- ☐ Yakin
- ☐ Tidak yakin



---

**Visualisasi (tahap 5)**

Gambarkan penjelasan yang kamu pilih tersebut tentang bagaimana partikel (bagian penyusun) dari sendok logam sebelum dan sesudah dimasukkan ke dalam air panas pada tempat yang telah disediakan



Seperti halnya pada tes multi tahap lainnya, tes lima tahap ini juga membutuhkan keputusan tentang variasi jawaban yang diberikan siswa/partisipan. Tes lima tahap memiliki satu tingkatan tambahan yaitu tahap pemberian gambar/visualisasi pada tingkat terakhirnya. Oleh karena itu ada dua kemungkinan dari gambar yang telah dibuat oleh partisipan yaitu “terhubung” apabila alasan dan gambar yang diberikan sesuai dan “tidak terhubung” apabila alasan dan gambar yang diberikan tidak sesuai. Kategorisasi yang dibuat dalam tes lima tahap ini mengacu pada tes empat tahap yang keputusan dan kombinasinya dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kombinasi Jawaban dan Keputusan pada Tes Lima Tahap

No	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4	Tahap 5	Keputusan
1.	Benar	Yakin	Benar	Yakin	Terhubung	<b>SC</b>
2.	Benar	Yakin	Benar	Yakin	Tidak Terhubung	<b>Almost SC</b>
3.	Benar	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LC</b>
4.	Benar	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
5.	Benar	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Terhubung	<b>LC</b>
6.	Benar	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
7.	Benar	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LC</b>
8.	Benar	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
9.	Benar	Yakin	Salah	Yakin	Terhubung	<b>MSC</b>
10.	Benar	Yakin	Salah	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
11.	Benar	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
12.	Benar	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
13.	Benar	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
14.	Benar	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
15.	Benar	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
16.	Benar	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
17.	Salah	Yakin	Benar	Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
18.	Salah	Yakin	Benar	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
19.	Salah	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
20.	Salah	Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
21.	Salah	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
22.	Salah	Tidak Yakin	Benar	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
23.	Salah	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
24.	Salah	Tidak Yakin	Benar	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
25.	Salah	Yakin	Salah	Yakin	Terhubung	<b>MSC</b>
26.	Salah	Yakin	Salah	Yakin	Tidak Terhubung	<b>MSC</b>
27.	Salah	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
28.	Salah	Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
29.	Salah	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
30.	Salah	Tidak Yakin	Salah	Yakin	Tidak Terhubung	<b>LK</b>
31.	Salah	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Terhubung	<b>LK</b>
32.	Salah	Tidak Yakin	Salah	Tidak Yakin	Tidak Terhubung	<b>HNC</b>

*SC: Scientific Conception; ASC: Almost Scientific Conception;  
 LC: Lack of Confidence; LK: Lack of Knowledge; MSC: Misconception; HNC: Have  
 No Conception*

Penambahan tahap gambar untuk menjelaskan apa yang siswa informasi dalam tes diagnostik akan membantu guru atau peneliti mendapatkan lebih banyak informasi tentang apa yang terjadi setelah siswa menjalani proses pembelajaran dan dengan menggambar ini guru atau peneliti akan menemukan pemahaman siswa tentang sebuah

konsep yang dipelajari (Dikmenli, 2010). Keterampilan ini perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran sehingga siswa dapat melakukan lebih dari sekedar menulis dan membaca dalam kelas. Namun, secara lebih jelas menggambar akan mencerminkan pemahaman baru tentang sains sebagai praktik diskursif multimodal serta memunculkan bukti yang mendukung proses pembelajaran yang berkualitas (Ainsworth, dkk., 2011). Menggambar juga dapat memotivasi dan membuat siswa lebih sadar akan proses belajar mereka sendiri (Quillin & Thomas, 2015). Jadi, dalam mengajarkan sains guru harus mengintegrasikan alat visual sebagai representasi dalam mengajar yang memungkinkan siswa untuk merepresentasikan pemahaman mereka tidak hanya verbal tetapi juga secara visual (Sopandi, dkk., 2018).

### **3.4.3 *Conceptual Change Text (CCT)***

Instrumen yang digunakan dalam pelatihan guru dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan teks perubahan konsepsi atau biasa dengan dengan *Conceptual Change Text (CCT)*. Instrumen ini digunakan sebagai bahan bacaan guru yang didalamnya disertakan mengenai soal-soal yang berkaitan dengan representasi makroskopik dan sub-mikroskopik baik secara verbal maupun visual. CCT adalah bahan ajar yang didasarkan pada pendekatan perubahan konsepsi. CCT dipilih karena dapat membantu siswa/pembaca untuk mencapai perubahan konsepsi secara lebih efektif (Özmen & Ayas, 2003). CCT juga membantu guru dalam menemukan miskonsepsi siswa berdasarkan alasan mereka dan dapat memberikan penjelasan mengenai konsep sains yang sedang dipelajari (Yilmaz dkk., 2011).

Melalui CCT siswa/pembaca diberikan sebuah penjelasan saintifik dari miskonsepsi yang berkaitan pada subjek/konsep yang mereka miliki sebelumnya (Aydin, 2015; Tekkaya, 2003). CCT akan membantu siswa untuk membangun pengetahuan mereka menjadi konsepsi ilmiah karena jika mereka tetap berada pada miskonsepsi akan mempengaruhi proses belajar mereka ke arah yang negatif. Oleh karena itu proses pembelajaran harus dapat mengubah kesalahpahaman dan mendukung pembelajaran yang lebih bermakna (Atasoy, dkk., 2009). Hasil validasi dan CCT yang digunakan dalam proses pelatihan pada guru dapat dilihat pada

Lampiran 3 dan 4. CCT digunakan untuk memperkenalkan teori yang dapat membuat siswa/pembaca meyakini bahwa mereka memiliki kesalahpahaman mengenai konsep dan dapat membantu mereka untuk mengubah konsepsi lama mereka yang tidak sesuai dengan konsepsi ilmiah (Ozkan & Selcuk, 2015).

Hasil penelitian yang berkaitan dengan CCT dapat meningkatkan konsepsi siswa adalah penelitian yang dilakukan oleh Çalik, dkk (2010) yang menemukan bahwa CCT membantu siswa untuk mengubah ide intuitif menjadi ilmiah; kemudian penelitian yang dilakukan oleh Mikkilä-Erdmann (2001) yang mengungkapkan bahwa siswa yang belajar dengan CCT memiliki pemahaman yang lebih baik tentang konsep fotosintesis dari pada siswa yang menggunakan teks tradisional; Özmen (2007) juga melaporkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan CCT menunjukkan bahwa prestasi mereka jauh lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan teks tradisional. Kemudian (Ozkan & Selcuk, 2015) menemukan bahwa pemahaman konsep pada kelas dengan menggunakan CCT lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok dengan instruksi tradisional. Berdasarkan laporan penelitian tentang CCT yang dapat meningkatkan konsepsi siswa, pembacanya maka dapat disimpulkan bahwa CCT adalah sebuah cara efektif untuk memperbaiki miskonsepsi.

Pada penelitian CCT digunakan untuk memfasilitasi guru untuk lebih memahami mengenai konsep konduksi dan konveksi panas pada dua level representasi baik secara verbal maupun visual. CCT dalam penelitian ini diawali dengan pertanyaan yang berkaitan dengan tes lima tahap yang terdapat pada instrumen utama. Kemudian setelah di itu diberikan penjelasan secara mendetail mengenai konsep tersebut sampai dengan mereka memahami sampai pada level sub-mikroskopiknya. Setelah itu mereka diberikan lagi soal yang berkaitan dengan fenomena keseharian pada konsep konduksi dan konveksi untuk mengetahui juga bagaimana pemahaman mereka setelah membacanya.

### 3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang menjadi acuan dalam proses penelitian ini dapat adalah sebagai berikut:

1. Tahap Pendahuluan, yang terdiri dari:
  - a. Pembuatan aktivitas proses pembelajaran yang mengacu pada pembelajaran CTS yang dikembangkan oleh (Duit, dkk., 2007; Widodo, 2004). Termasuk didalamnya adalah pembuatan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang memandu siswa dalam melakukan proses pembelajaran yang disesuaikan dengan model CTS dan apa yang akan digali pada proses pembelajaran sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Kemudian peneliti juga mempersiapkan CCT yang digunakan untuk membantu memfasilitasi guru dalam memberikan pengajaran yang sesuai dengan konsepsi ilmiah dengan menggunakan pola pendekatan *conceptual change* (perubahan konsepsi).
  - b. Pembuatan dan pengembangan instrumen penelitian yang memfasilitasi peneliti untuk mendapatkan informasi yang akurat terkait dengan pemahaman dan representasi baik guru dan siswa pada level makroskopik dan sub-mikroskopik secara verbal maupun visual. Pembuatan dan pengembangan instrumen ini dilakukan dengan para pembimbing yang mengacu pada konsep perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Kemudian setelah selesai pembuatan instrumen, instrumen awal ini diujicobakan kepada guru untuk mendapatkan respon dan kira-kira jawaban apa yang akan muncul dalam pengisian instrumen tersebut. Setelah instrumen tersebut diujicobakan kepada guru kemudian diperbaiki dan dilengkapi dengan jawaban-jawaban berupa pilihan dan siswa juga dapat memberikan jawabannya sendiri pada bagian verbal. Sedangkan pada bagian visualisasi disediakan sebuah tempat khusus untuk para responden untuk memberikan visualisasi mengenai fenomena yang terjadi pada partikel sebuah zat baik itu padat/cair/gas ketika dipanaskan. Instrumen tambahan yang dibuat dalam penelitian ini adalah CCT yang diperuntukan untuk guru yang disesuaikan

dengan pemahaman dan representasi baik secara makroskopik maupun mikroskopik (verbal dan visual)

- c. Validasi instrumen dan teks perubahan konsepsi yang diberikan kepada ahli sebanyak 2 orang dosen dan 3 guru untuk mendapatkan masukan mengenai instrumen dan teks perubahan konseptual yang telah dibuat, dikembangkan dan diujicobakan pada guru. Kemudian setelah melalui tahap validasi instrumen disempurnakan kembali sesuai dengan arahan dari para validator, setelah itu instrumen ini diujicobakan lebih luas lagi kepada guru, mahasiswa, dan siswa untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap terkait instrumen yang dikembangkan tersebut. Kemudian setelah dilakukan uji coba peneliti melakukan analisis data terkait hasil yang didapatkan untuk menghitung berapa nilai validitas dan realibilitasnya berdasarkan uji coba.
- d. Berkolaborasi dengan guru yang menjadi guru model berjumlah 5 orang untuk membahas perlengkapan pembelajaran diantaranya RPP yang disesuaikan dengan model pembelajaran CTS, kemudian LKS dalam proses pembelajaran, dan proses penelitian yang akan dilaksanakan supaya proses penerapannya menjadi lebih efektif. Peneliti pun memberikan CCT yang disertai dengan soal yang disesuaikan dengan pada instrumen yang dibuat dan dikembangkan guna memfasilitasi Guru untuk memahami lebih baik mengenai konsep yang akan diajarkan.
- e. Program pelatihan yang dilakukan pada guru ini pun berbasis pada pola pendekatan *conceptual change* dengan terlebih dahulu guru diberikan CCT dan mengikuti petunjuk yang terdapat pada CCT sekaligus mengerjakan soalnya yang terdapat didalamnya. Pada proses ini juga guru melakukan praktikum bersama untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang ada pada CCT. CCT yang diberikan juga terdapat penjelasan dari proses terjadinya perpindahan panas pada level makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual). Setelah proses praktikum dengan bantuan CCT ini dilakukan juga proses diskusi untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai dua level

representasi yang akan diajarkan. Selain itu pada pelatihan ini juga guru dikuatkan mengenai bagaimana proses pelaksanaan pembelajaran dengan model CTS agar proses pembelajaran berjalan dengan optimal.

2. Tahap persiapan, terdiri atas:

- a. Menyiapkan semua alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembelajaran, instrumen penelitian, LKS, dan alat pendukung penelitian lainnya.
- b. Peneliti melakukan proses pelatihan pada guru untuk memastikan semuanya berjalan dengan baik dan berdiskusi kembali mengenai konsep yang diajarkan secara komprehensif. Setelah proses pelatihan guru diberikan kembali instrumen yang telah diberikan pada saat uji coba untuk melihat pengetahuan awal dan akhir mereka setelah proses pelatihan baik melalui proses praktikum, diskusi dan membaca CCT yang dibuat dan dikembangkan oleh peneliti.

3. Tahap aplikasi, terdiri atas:

- a. Melakukan pengumpulan data awal siswa sebelum melakukan pembelajaran dengan menggunakan model CTS untuk mengetahui konsepsi awal mereka yang berkaitan dengan pemahaman dan representasi mereka baik secara verbal maupun visual pada konsep konduksi dan konveksi panas.
- b. Menerapkan proses pembelajaran dengan menggunakan model CTS pada setiap kelas yang menjadi subjek penelitian.
- c. Melakukan refleksi setelah selesai pembelajaran untuk melakukan perbaikan pada proses pembelajaran selanjutnya guna menghasilkan hasil yang lebih optimal.
- d. Melakukan pengumpulan data akhir siswa setelah dilakukan proses pembelajaran dengan menggunakan model CTS untuk mendapatkan pemahaman dan representasi terbaru yang nantinya dibandingkan dengan sebelum diberikan perlakuan.

4. Tahap akhir, yang terdiri atas:

- a. Menganalisis konsepsi guru dan siswa secara umum untuk melihat kategori mereka sebelum dan sesudah proses pelatihan/pembelajaran diberikan.

Kemudian melihat juga pemahaman mereka secara lebih mendalam pada representasi level makroskopik dan sub-mikroskopik.

- b. Mengkategorikan setiap respon dari representasi verbal maupun visual pada guru dan siswa sebelum dan setelah dilakukannya proses pembelajaran.
- c. Kemudian menetapkan perubahan konsepsi dan representasi visual (khusus siswa) sebelum dan sesudah dilakukan proses pembelajaran dengan model CTS.

Contoh aktivitas yang dilakukan guru dan siswa dalam kegiatan pembelajaran pada konsep perpindahan panas secara konduksi maupun konveksi melalui model CTS dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan dalam penelitian ini juga dibuat LKS yang berkaitan dengan proses pembelajaran CTS serta disesuaikan dengan dua level representasi yang akan dipelajari siswa.

Tabel 3.6 Aktivitas Guru dan Siswa dalam Pembelajaran CTS

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
Tahap I Pendahuluan	• Memberikan permasalahan berupa ilustrasi yang dijawab siswa dalam proses pembelajaran	• Menyimak ilustrasi yang guru berikan di awal pembelajaran mengenai konsep yang akan dipelajari
	• Melakukan penggalian konsepsi awal dengan mengajukan pertanyaan mengenai fenomena yang diilustrasikan di awal pembelajaran	• Merespon pertanyaan yang diberikan guru mengenai permasalahan/fenomena yang akan dijawab dalam pembelajaran
	• Menyampaikan kompetensi dan manfaat dari mempelajari konsep yang akan dicapai dalam pembelajaran	• Memahami informasi tentang kompetensi dan manfaat yang akan dicapai dari pembelajaran yang akan dilaksanakan
Tahap II Eksplorasi Pengetahuan Awal Siswa	• Guru memfasilitasi siswa untuk mengeksplorasi pengetahuan awalnya dari permasalahan yang telah dikemukannya di awal dan dibantu dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang diberikan pada siswa	• Siswa mengemukakan pengetahuan awalnya mengenai fenomena yang diilustrasikan oleh guru dan mengikuti kegiatan pembelajaran yang ada di dalam LKS.
Tahap III Restrukturisasi Konsepsi Siswa	• Guru memfasilitasi siswa untuk melakukan percobaan secara berkelompok terkait dengan permasalahan yang diberikan di awal	• Bekerja dalam kelompok, kemudian setiap siswa dalam kelompok mempelajari Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dibagikan guru.
	• Meminta siswa untuk mengumpulkan data dari hasil percobaan yang dilakukannya kemudian berdiskusi untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan yang dibahas.	• Siswa mengumpulkan data dari percobaan yang dilakukannya dan mendiskusikan hasil percobaannya tersebut untuk menjawab pertanyaan yang diberikan di awal.



Tahap Pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru meminta siswa untuk membandingkan hasil jawaban awalnya dengan jawaban yang didapatkan berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa membandingkan hasil jawaban awalnya (hipotesisnya) dengan hasil jawaban setelah melakukan percobaan.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memfasilitasi siswa dalam melakukan diskusi antar kelompok guna mendapatkan hasil diskusi dari kelompok lain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa melakukan diskusi antar kelompok guna mendapatkan pendapat yang kelompok lain mengenai hasil diskusinya</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru merepresentasikan pemikiran dan konsepsi yang dimilikinya pada level makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual) untuk meluruskan apabila ada miskonsepsi yang ada pada siswa dan memperkuat hasil pembelajaran yang telah dilakukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengamati dan memperhatikan representasi pada level makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual) yang guru berikan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik dan jelas serta memperbaiki miskonsepsi yang mungkin ada pada siswa.</li> </ul>
Tahap IV Aplikasi Ide Baru yang telah Dikonstruksikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan permasalahan berbeda namun mengenai konsep yang sama untuk memastikan bahwa konsepsi baru yang didapatkan siswa dapat diaplikasi pada fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa merespon/memberikan jawaban mengenai permasalahan lain yang berkaitan dengan konsep yang sama dengan menggunakan representasi makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual) yang telah dimilikinya setelah proses pembelajaran.</li> </ul>
Tahap V Memeriksa Ide-ide yang baru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memfasilitasi siswa untuk membandingkan atau mereview pemahaman terbarunya dengan konsep/ide/pengetahuan awal yang dimiliki sebelumnya. Sehingga, representasi dan konsepsi siswa berubah menjadi lebih mendekati dengan konsepsi ilmiah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa membandingkan sendiri atau memeriksa pemahaman terbarunya dengan konsep/ide/pengetahuan awal yang dimiliki sebelumnya. Sehingga, representasi dan konsepsi siswa berubah menjadi lebih mendekati dengan konsepsi ilmiah.</li> </ul>

Kegiatan pelatihan yang dilakukan pada guru guna menghasilkan proses pembelajaran yang optimal adalah dengan menggunakan pola pendekatan perubahan konsepsi berbantuan teks perubahan konsepsi, praktikum bersama, dan diskusi berkaitan dengan konten perpindahan kalor. Kegiatan pelatihan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Kegiatan Pelatihan Guru

<b>Tahap</b>	<b>Kegiatan</b>
Ketidakpuasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kegiatan ini diawali dengan pemberian CCT pada guru untuk mendapatkan konsepsi awal guru mengenai representasi pada level makroskopik dan sub-mikroskopik (verbal dan visual) pada materi perpindahan kalor.</li> <li>• Bagian ini bertujuan untuk membuat guru menjadi kurang puas pada konsepsi yang dimilikinya terutama pembahasan mengenai sub-mikroskopik.</li> </ul>
Kejelasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mendapatkan kejelasan mengenai konsep yang sedang dipelajarinya berdasarkan kegiatan praktikum yang dilakukan diperkuat dengan pembahasan mengenai konsep perpindahan panas pada kedua level representasi yang ada pada CCT yang diberikan.</li> <li>• Kegiatan praktikum akan memperlihatkan representasi level makroskopik sedangkan pada CCT yang diberikan dijelaskan juga representasi pada level sub-mikroskopiknya.</li> </ul>
Konsepsi Baru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada bagian ini guru telah mendapatkan konsepsi baru mengenai perpindahan panas berdasarkan pada dua level representasi tersebut.</li> <li>• Setelah menerima dan mendapatkan kepuasan berupa konsepsi baru yang sesuai dengan konsepsi ilmiah.</li> </ul>
Kermanfaatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagian ini guru diberikan sebuah permasalahan yang berhubungan dengan konsepsi yang telah dibahas untuk memastikan bahwa telah terjadi perubahan konsepsi pada dirinya.</li> <li>• Bagian ini juga meminta konsepsi baru baik pada representasi level makroskopik maupun sub-mikroskopik baik secara verbal dan visual.</li> </ul>

### 3.6 Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

- a. Sebelum guru melakukan proses pembelajaran mengenai konsep perpindahan panas konduksi dan konveksi. Guru terlebih dahulu dianalisis pemahaman dan representasinya (verbal dan visual) dengan menggunakan instrumen yang dikembangkan oleh peneliti untuk melihat bagaimana pemahaman awal mereka.

- b. Kemudian guru diberikan pelatihan berupa pemberian CCT, proses praktikum, dan diskusi terkait permasalahan mengenai konsep konduksi dan konveksi. kemudian setelah diberikan pelatihan guru kembali diberikan tes untuk mengetahui bagaimana pemahaman mereka mengenai konsep tersebut setelah diberikan pelatihan
- c. Data awal dan akhir guru ini kemudian dianalisis untuk melihat bagaimana perbandingan antara pemahaman dan representasi mereka sebelum dan sesudah proses pelatihan.
- d. Setelah dilakukan proses pelatihan pada guru kemudian dilakukan pengambilan data awal pada siswa mengenai pemahaman dan representasi yang sama dengan yang dilakukan pada guru. Pengambilan data awal ini dilakukan sebelum proses pembelajaran berlangsung.
- e. Dilakukan proses pembelajaran yang sudah disesuaikan dengan model pembelajaran CTS disertai dengan praktikum yang mendukung penjelasan konsep secara komprehensif. Selain itu siswa dipandu juga oleh LKS yang disesuaikan dengan model pembelajaran CTS.
- f. Setelah siswa diberikan proses pembelajaran pada konsep konveksi dan konduksi kemudian siswa diberikan tes akhir setelah proses pembelajaran untuk mengetahui bagaimana perubahan mereka setelah proses pembelajaran.
- g. Dilakukan analisis hasil instrumen yang diberikan pada guru dan siswa setelah proses pelatihan dan pembelajaran. Analisis ini dilakukan dengan memasukan hasil respon tiap individu pada kategori yang telah dibuat sebelumnya. Analisis yang dibuat berdasarkan pemahaman umum dari hasil tes lima tahap yang diberikan pada sebelum dan sesudah proses pelatihan serta pembelajaran. Kemudian melihat tiap level representasi verbal dan visual yang diberikan oleh guru dan siswa
- h. Hasil analisis khusus pada siswa kemudian dilihat bagaimana perubahan konsepsi dan visualisasinya yang nantinya dikategorikan juga berdasarkan

perubahan yang terjadi ada yang maju, tetap, dan bahkan ada yang mengalami kemunduran.

Teknik pengumpulan data yang digunakan:

- a. Tes diagnostik, hasil tes diagnostik ini didapatkan dari respon guru dan siswa sebelum dan sesudah proses pelatihan/pembelajaran dengan menggunakan model CTS. Tes diagnostik ini bermanfaat untuk melihat pemahaman dan representasi mereka pada level makroskopik dan sub-mikroskopik baik secara verbal maupun secara visual. Dalam tes diagnostik ini dapat secara detail memberikan informasi mengenai apa yang ada dalam pikiran guru dan siswa pada konsep konduksi dan konveksi panas.
- b. Observasi, kegiatan observasi pembelajaran CTS dilakukan untuk mendapatkan data yang valid dalam proses pembelajaran yang berkaitan dengan proses pelaksanaan tiap tahapan pembelajaran yang dilakukan.

### **3.7 Analisis Data**

Berdasarkan pada pertanyaan penelitian ini, maka untuk mendapatkan profil representasi (level makroskopik dan sub-mikroskopik baik secara verbal dan visual) guru dan siswa baik sebelum maupun sesudah proses pelatihan dan pembelajaran. Data yang didapatkan pada penelitian ini terdiri atas data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif didapatkan dari tes diagnostik yang mengklasifikasi responden menjadi beberapa kategori sedangkan data kuantitatif berupa distribusi frekuensi dan presentase responden berdasarkan kategori tersebut.

Kategori hasil keputusan dari tes lima tahap dapat dilihat pada Tabel 3.3 yang dengan jelas memuat mengenai kemungkinan jawaban yang terjadi pada responden dan juga keputusan dari variasi jawaban tersebut. Kemudian selain itu karena dalam penelitian ini terdapat visualisasi yang berguna untuk mendapatkan dekripsi yang mendalam mengenai pemahaman/pikiran mereka mengenai konsep ini maka dibuat juga kategori visualisasinya. Tabel 3.8 memperlihatkan bagaimana kategori untuk bagian visualisasi yang dikembangkan oleh peneliti.

Tabel 3.8 Kategori Representasi Visual

No	Kategori	Penjelasan
1.	<i>Scientific Drawing</i> (SD)	Responden memberikan visualisasi yang komprehensif dan sesuai dengan konsepsi ilmiah.
2.	<i>Partial Drawing</i> (PD)	Respon memberikan visualisasi yang hampir mendekati konsepsi ilmiah hanya terdapat beberapa kekurangan pada visualisasi yang dibuatnya tersebut.
3.	<i>Misconception Drawing</i> (MD)	Responden memberikan visualisasi yang kurang tepat atau bisa juga berlawanan dengan konsepsi ilmiah namun visualisasi yang diberikan merupakan visualisasi pada level sub-mikroskopik.
4.	<i>Undefined Drawing</i> (UD)	Responden memberikan visualisasi yang tidak atau kurang dapat dimengerti maksudnya walaupun visualisasi yang diberikan berada pada level sub-mikroskopik.
5.	<i>Non-Microscopic Drawing</i> (NMD)	Responden memberikan visualisasi yang tidak sesuai dengan level sub-mikroskopik pada fenomena yang disajikan.
6.	<i>No Drawing</i> (ND)	Responden tidak memberikan visualisasi sama sekali atau hanya menuliskan pemikiran mereka pada kolom yang disediakan pada instrumen.

Hasil dari jawaban dan visualisasi guru dan siswa ini kemudian disesuaikan dengan kategori yang telah dibuat untuk melihat bagaimana perubahan pada pemahaman dan representasi mereka setelah proses pelatihan dan pembelajaran dengan menggunakan CTS untuk mengetahui profilnya. Setelah dilakukan analisa terhadap hal tersebut kemudian dilakukan juga pola perubahan konsepsi dan visualisasi pada siswa untuk melihat dampak dari perlakuan yang diberikan. Pola perubahan konsepsi dan representasi visual terdiri dari lima level perubahan yaitu 1) *Construction*; 2) *Revision*; 3) *Complementation*; 4) *Static*; dan 5) *Disorientation*. Walaupun sama namun penjelasan mengenai pola perubahan konsepsi dan visualisasi memiliki perbedaan penjelasan mengenai pola perubahannya. Tabel 3.8 akan terlebih dahulu membahas pola perubahan konsepsi siswa sebelum dan sesudah proses pembelajaran dengan menggunakan model CTS.

Tabel 3.8 Penjelasan Pola dan Level Perubahan Konsepsi Siswa

Perubahan Respon		Level Perubahan Konsepsi	Penjelasan
Awal	Akhir		
HNC	LC	<i>Construction</i>	Siswa mampu melakukan konstruksi pemahamannya
	ASC		
	SC		
MC	LK	<i>Revision</i>	Siswa mampu melakukan perbaikan (revisi) terhadap pemahaman awal yang dimilikinya
	LC		
	ASC		
	SC		
LK	LC		
	ASC		
	SC		
HNC	HNC	<i>Static</i>	Siswa tidak dapat mengubah pemahaman mereka menjadi pemahaman yang lebih baik
MC	MC		
LK	LK		
LC	LC		
ASC	ASC		
Perubahan yang terjadi mundur dari kategori awal ke akhir		<i>Disorientation</i>	Siswa mengalami perubahan pemahaman namun pemahaman akhirnya tidak lebih baik dari pemahaman awalnya
ASC	SC	<i>Complementation</i>	Siswa mampu memperbaiki pemahaman awalnya yang kurang lengkap menjadi lebih lengkap dan sesuai dengan konsepsi ilmiah

*SC: Scientific Conception; ASC: Almost Scientific Conception;  
 LC: Lack of Confidence; LK: Lack of Knowledge; MSC: Misconception;  
 HNC: Have No Conception*

Kemudian setelah dibuat pola penjelasan pola dan level perubahan konsepsi siswa. Selanjutnya perlu juga mengetahui bagaimana penjelasan dan level perubahan visualisasi yang dibuat siswa sebelum dan setelah proses pembelajaran. Tabel 3.9 akan diperlihatkan mengenai penjelasan pola dan level perubahan visual siswa.

Tabel 3.9 Penjelasan Pola dan Level Perubahan Representasi Visual Siswa

Perubahan Respon		Level Perubahan Konsepsi	Penjelasan
Awal	Akhir		
ND	PD	<i>Construction</i>	Siswa mampu melakukan konstruksi pada visualisasi yang diberikannya
ND	SD		
NMD	PD		
NMD	SD		
UD	PD		
UD	SD		
Perubahan yang terjadi lebih baik baik mulai 1 atau 2 kategori mulai dari UD sampai dengan SD		<i>Revision</i>	Siswa mampu melakukan perbaikan (revisi) terhadap visualisasi awal yang dimilikinya
ND	ND	<i>Static</i>	Siswa tidak dapat mengubah visualisasi mereka menjadi visualisasi yang lebih baik
NMD	NMD		
UD	UD		
MD	MD		
PD	PD		
SD	SD		
Perubahan yang terjadi mundur dari kategori awal ke akhir		<i>Disorientation</i>	Siswa mengalami perubahan visualisasi namun visualisasi akhirnya tidak lebih baik dari visualisasi awalnya
PD	SD	<i>Complementation</i>	Siswa mampu memperbaiki visualisasi awalnya yang kurang lengkap menjadi lebih lengkap dan sesuai dengan konsepsi ilmiah

*SD: Scientific Drawing; PD: Partial Drawing; MD: Misconception Drawing;*

*UD: Undefined Drawing; NMD: Non-Microscopic Drawing;*

*ND: No Drawing*